



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 39 32 437.0-32  
㉔ Anmeldetag: 28. 9. 89  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 10. 90

DE 3932437 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Bicc-Vero Electronics GmbH, 2800 Bremen, DE

⑦④ Vertreter:  
Popp, E., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr. rer. pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Bohnenberger, J., Dipl.-Ing. Dr. phil. nat.,  
8000 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2800 Bremen

⑦② Erfinder:  
Bertram, Ralf, Dipl.-Ing., 2942 Jever, DE; Oltmann,  
Klaus, Dipl.-Ing., 2907 Großenkneten, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
GB 21 22 776 A  
Koetsch, Ph.: Current-mode control lets a power  
supply be paralleled for expansion, redundancy. In:  
Electronic Design, 14. ov., 1985, S.125-132;

⑤④ Parallelschaltmodul

Bei der Parallelschaltung von Stromversorgungsschaltungen wird eine gleichmäßige Lastaufteilung auf die Stromversorgungsschaltungen angestrebt. Es wird vorgeschlagen, Meßeinrichtungen vorzusehen, die derart ausgebildet und mit den Stromversorgungsschaltungen verschaltet sind, daß den Ausgangsströmen jeder Stromversorgungsschaltung entsprechende Meßsignale erzeugbar sind, daß eine Mittelwertbildungseinrichtung vorgesehen wird, der die Meßsignale zuführbar sind und die ein dem Mittelwert der Meßsignale entsprechendes Mittelwertsignal erzeugt, und daß Komparatoreinrichtungen für jede Stromversorgungsschaltung vorgesehen sind, die das Mittelwertsignal mit den jeweiligen Meßsignalen vergleicht und ein dem jeweiligen Steuereingang einer Stromversorgungsschaltung zugeführtes Steuersignal derart erzeugt, daß die Ausgangsspannung der jeweiligen Stromversorgungsschaltung dann angehoben bzw. abgesenkt wird, wenn der jeweilige Ausgangsstrom unter bzw. über dem Mittelwert der Ausgangsströme liegt.

DE 3932437 C1

Die Erfindung betrifft ein Parallelschaltmodul nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, über das mehrere regelbare Stromversorgungsschaltungen zur Speisung eines einzigen Verbrauchers parallelschaltbar sind.

Es sind Stromversorgungseinheiten auf dem Markt, die primärseitig – als Netzgeräte – an das Wechselstrom-Versorgungsnetz oder – als DC/DC-Wandler – an eine Gleichstromquelle anschließbar sind und sekundärseitig eine Versorgungsspannung abgeben, deren Größe über einen "Sense"-Eingang regelbar ist. Naturgemäß haben derartige Stromversorgungsschaltungen eine begrenzte Strom-Belastbarkeit, bei deren Überschreitung die Ausgangsspannung abfällt. Wenn man nun ein schon vorhandenes elektronisches Gerät durch Hinzufügung von Baugruppen erweitert, so wird eine erhöhte Leistung der zur Versorgung vorgesehenen Stromversorgungsschaltung nötig. Oftmals möchte der Anwender die vorhandene Stromversorgungsschaltung nicht gegen eine leistungsfähigere austauschen sondern eine weitere Stromversorgungsschaltung parallel zur vorhandenen Stromversorgungsschaltung zur Deckung des erhöhten Leistungs- bzw. Strombedarfs einbauen und parallel zur vorhandenen Stromversorgungsschaltung schalten.

Ein weiteres noch wichtigeres Problem ergibt sich durch die Forderung nach einer Erhöhung der Systemicherheit von Stromversorgungen, die insbesondere bei Sicherheitssystemen (Alarmanlagen), im militärischen Bereich oder in zunehmendem Maße in wartungsarmen Nachrichtensystemen bestehen. Hier werden redundante Systeme gefordert, bei welchen mehrere Stromversorgungseinheiten parallel betrieben werden und derartige Ausgangsleistungen aufweisen, daß dann, wenn eine (oder mehrere) der vorhandenen Stromversorgungsschaltungen ausfällt, die übrigen Stromversorgungsschaltungen unter jeweils erhöhter Leistungsabgabe die Versorgung des Verbrauchers sicherstellen. Im einfachsten Fall würde man also zwei Stromversorgungsschaltungen parallelschalten, die jeweils den Leistungsbedarf des Verbrauchers decken können. Wenn die vom Verbraucher entnommene Leistung gleichmäßig auf die beiden Stromversorgungsschaltungen verteilt ist, also beide Stromversorgungsschaltungen gleich große Ströme liefern, so entsteht in beiden Stromversorgungsschaltungen nur relativ wenig Wärme, so daß die Lebenserwartung der Bauteile in den Stromversorgungsschaltungen hoch ist. Wenn die Lastverteilung ungleichmäßig ist, so sinkt die Lebenserwartung der höher belasteten Stromversorgungsschaltung, wobei man bei Elektrolytkondensatoren bzw. Halbleitern mit einer Halbierung der Lebensdauer rechnen muß, wenn die Betriebstemperatur um 10 K bzw. 8 K steigt. Ein weiteres Problem ergibt sich bei ungleichmäßig belasteten Stromversorgungsschaltungen dann, wenn eine (im allgemeinen die höher belastete) Stromversorgungsschaltung ausfällt. In diesem Fall muß dann nämlich die bisher gering oder gar nicht belastete Stromversorgungsschaltung den vollen Laststrom liefern, was bei den üblichen geregelten Stromversorgungsschaltungen zu einem zeitweiligen Spannungsabfall führt. Dies wiederum kann zu einer Störung im Verbraucher führen.

Aus "Electronic Design", 14. November 1985, S. 125 bis 132 ist es bekannt, daß man bei zwei Stromversorgungsschaltungen diese über Dioden und definierte Ausgangswiderstände an die gemeinsame Ausgangsklemme koppelt, so daß bei Ausfall einer Stromversor-

gungsschaltung die andere abgetrennt wird. Bei dieser bekannten Schaltung kommt es allerdings bei unsymmetrisch ausgebildeten Regelverstärkern zu extrem unsymmetrischen Belastungen der Netzteile. Darüber hinaus ist bei Kurzschluß des einen Regeltransistors einer Stromversorgungsschaltung die andere nicht dazu in der Lage, den Fehler zu kompensieren. Vielmehr liegt in diesem Fall die volle Spannung am Ausgang. Schließlich ist bei der bekannten Schaltung nur die Zusammenschaltung einer begrenzten Anzahl von Stromversorgungsschaltungen möglich.

Aus der GB 21 22 776 A ist ein Parallelschaltmodul der eingangs genannten Art bekannt. Bei dieser bekannten Anordnung werden allerdings keine herkömmlichen Stromversorgungsschaltungen mit einem üblichen Sense-Eingang, der spannungsgesteuert ist, miteinander verschaltet, sondern Sonderanfertigungen. Weiterhin wird zwar eine gleichmäßige Stromaufteilung zwischen den zwei Stromversorgungsschaltungen dann erreicht, wenn diese intakt sind, wenn jedoch eine der beiden Stromversorgungsschaltungen ausfällt, so muß über eine gesonderte Regelschleife die Spannungskonstanz gewährleistet werden. Die Schaltungsteile, welche zur gleichmäßigen Stromaufteilung dienen, wirken dieser Regelschaltung entgegen. Weiterhin wird die bekannte Schaltung dann funktionsunfähig, wenn bei Verkopplung von mehr als zwei Stromversorgungsschaltungen eine davon ausfällt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Parallelschaltmodul der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß bei Ausfall einer Stromversorgungsschaltung die volle Funktionsfähigkeit der übrigen Stromversorgungsschaltungen und deren gemeinsame Regelung aufrecht erhalten bleibt.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Eine besonders einfache Stromaufteilungs-Regelschaltung besteht aus einer Sternschaltung von Widerständen, wobei an jeden der Widerstände einseitig eine dem Strom proportionale Spannung gelegt wird, die dem Ausgangsstrom der zugehörigen Stromversorgungsschaltung entspricht. Die über den jeweiligen Widerstand anfallende Spannung kann dann direkt zur Regelung der betreffenden Stromversorgungsschaltung herangezogen werden. Vorzugsweise wird hierbei eine Normierung der stromproportionalen Spannungen vorgenommen, welche den Ausgangsstrom der jeweiligen Stromversorgungsschaltung repräsentieren. Dies bedeutet, daß ein der Nennlast der jeweiligen Stromversorgungsschaltung entsprechender Ausgangsstrom zu einem Maximal-Meßsignal führt, so daß Stromversorgungsschaltungen verschiedener Nennleistungen parallelschaltbar sind und dann verschieden hohe Ausgangsströme liefern, jedoch, gemessen an ihrer Nennleistung, gleich belastet sind.

Weitere wesentliche Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung, die anhand von Abbildungen näher erläutert werden. Hierbei zeigt

Fig. 1 und 2 schematisierte Blockschaltbilder einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3 ein Blockschaltbild, ähnlich dem nach Fig. 2, jedoch mit einer detaillierter erläuterten Mittelwertsbildungsschaltung;

Fig. 4 die Schaltung einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

Fig. 5 die detaillierte Schaltung einer weiteren bevor-

zugten Ausführungsform der Erfindung.

In den Abbildungen sind gleiche oder gleichwirkende Schaltungselemente bzw. Baugruppen mit denselben Bezugswerten versehen.

In Fig. 1 sind die Ausgangsklemmen von Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$ , an denen die positive Ausgangsspannung ansteht, über Entkoppelemente  $De$  an eine Ausgangsklemme 1 gelegt. Die Masse-Leitungen der Stromversorgungseinheiten  $SV(1-n)$  sind über Meßeinrichtungen 9 an eine zweite Ausgangsklemme 2 geführt. An den Klemmen 1 und 2 steht die Summen-Ausgangsleistung zum Anschluß eines Verbrauchers (nicht gezeigt) zur Verfügung. Fließt ein Strom  $IA(1-n)$  aus den jeweiligen Stromversorgungseinheiten  $SV(1-n)$ , so steht an einer Ausgangsleitung der jeweiligen Meßeinrichtung 9 (1-n) ein Ausgangssignal  $UI(1-n)$  an, welches zum einen einem von mehreren Eingängen einer Mittelwertbildungseinrichtung 10, zum anderen jeweils einem invertierenden Eingang eines Komparators 20 (1-n) zuführbar ist. In der Mittelwertbildungseinrichtung 10 wird ein Ausgangssignal  $\bar{U}$  gebildet, das dem Mittelwert der Eingangssignale und damit dem Mittelwert der den Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  entnommenen Ströme entspricht. Dieses Mittelwertsignal  $\bar{U}$  wird den nicht-invertierenden Eingängen der Komparatoren 20 (1-n) zugeführt.

Die Ausgänge der Komparatoren 20 (1-n) sind auf die Regeleingänge  $Se$  der Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  geführt. Über diese Regeleingänge  $Se$  sind die Ausgangsspannungen  $UA$  der jeweiligen Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  einstellbar.

Somit wird bei der hier gezeigten Ausführungsform der Erfindung an den Klemmen 1, 2 ein Strom entnommen, der sich aus den Teilströmen  $IA-IA_n$  zusammensetzt. In der Mittelwertbildungseinrichtung 10 wird ein Signal  $\bar{U}$  gebildet, das dem Mittelwert der fließenden Ströme entspricht. Wenn die Lastverteilung gleichmäßig über die angekoppelten Stromversorgungseinheiten  $SV(1-n)$  stattfindet, so entsprechen alle Meßsignale  $UI_1-UI_n$  dem Mittelwert  $\bar{U}$  und die an den Ausgängen der Komparatoren 20 (1-n) anstehenden Steuersignale  $Ust$  werden zu Null. Dies bedeutet, daß die Ausgangsspannungen der Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  weder angehoben noch abgesenkt sondern beibehalten werden. Ist einer der Ausgangsströme, z. B.  $IA_1$  kleiner als der Mittelwert  $\bar{U}$ , so geht der Ausgang des Komparators 20 (1) auf hohen Pegel, so daß ein Steuersignal  $Ust$  hohen Pegels am Regeleingang  $Se$  der entsprechenden Stromversorgungsschaltung  $SV(1)$  ansteht. Durch dieses hochpegelige Steuersignal am Regeleingang wird in an sich bekannter Weise die Ausgangsspannung  $UA$  dieser Stromversorgungsschaltung  $SV(1)$  angehoben und zwar so lange, bis der Ausgangsstrom  $IA(1)$  dieser Stromversorgungsschaltung wieder dem Mittelwert der gesamten Ausgangsströme  $IA(1-n)$  entspricht. Auf diese Weise wird somit eine gleichmäßige Lastaufteilung erzielt.

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der nach Fig. 1 zunächst dadurch, daß die Ausgänge der Komparatoren 20 (1-n) jeweils auf einem Eingang einer Schwelleneinrichtung 16 liegen, deren Ausgangssignal sich nur dann ändert, wenn sich das Eingangssignal um einen vorbestimmten Betrag ändert. Das Ausgangssignal der Schwelleneinrichtung 16 ist auf den Eingang einer Tiefpaßeinrichtung 17 geführt, an deren Ausgang das Steuersignal  $Ust$  anliegt. Durch diese Schaltungsmaßnahmen wird eine Stabilisierung der Regelung bezüglich der Gleichverteilung von

Ausgangsströmen erreicht, da zum einen nur bei definierten, unzulässigen Abweichungen der Stromverteilung eingegriffen wird, zum anderen mit einer relativ niedrigen Geschwindigkeit bzw. mit einer relativ hohen Zeitkonstante geregelt wird.

Weiterhin unterscheidet sich die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform von der nach Fig. 1 dadurch, daß die Ausgangsleitungen der Meßeinrichtungen 9 auf Schalter 13 (1-n) geführt sind, die über Schwellenabtasteinrichtungen 12 (1-n) ansteuerbar sind. Die Schwellenabtasteinrichtungen 12 (1-n) liegen jeweils mit einem Eingang auf der Ausgangsspannung  $UA$  einer Stromversorgungsschaltung  $SV(1-n)$ , der andere Eingang liegt auf einer Bezugsspannung  $Uref$ . Unterschreitet die Ausgangsspannung  $UA$  einer Stromversorgungsschaltung  $SV(1-n)$  die Bezugsspannung  $Uref$ , so wird der betreffende Schalter 13 (1-n) geöffnet. Dadurch wird erreicht, daß das betreffende Meßsignal  $UI(1-n)$  nicht mehr an die Mittelwertbildungseinrichtung 10 geführt wird und somit nicht mehr in die Mittelwertbildung einbezogen wird. Dies ist dann der Fall, wenn die betreffende Stromversorgungsschaltung ausgefallen und ihre Ausgangsspannung  $UA$  zusammengebrochen ist. Nach einem solchen Ausfall einer Stromversorgungsschaltung wird somit der Mittelwert  $\bar{U}$  nur noch aus der verbleibenden Anzahl von Ausgangsströmen erhalten.

Die Ausgangssignale der Schwellenabtasteinrichtungen 12 werden weiterhin auf Schalter 11 (1-n) geführt, welche die Regeleingänge  $Se$  der Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  dann von den übrigen Schaltungsteilen abtrennen können, wenn die entsprechende Stromversorgungsschaltung  $SV(1-n)$  ausgefallen und ihre Ausgangsspannung  $UA$  zusammengebrochen ist, um zerstörende Rückwirkungen zu vermeiden.

Schließlich unterscheidet sich die in Fig. 2 gezeigte Schaltung von der nach Fig. 1 dadurch, daß die Steuersignale  $Ust$  jeweils auf einen (nicht-invertierenden) Eingang einer Mischeinrichtung 15 (1-n) geführt sind, deren andere (invertierende) Eingänge über eine gemeinsame Leitung auf den Ausgang eines Regelverstärkers 18 gehen. Der invertierende Eingang des Regelverstärkers 18 liegt auf der Ausgangsklemme 1, an welcher die Summen-Ausgangsspannung ansteht, die dem Verbraucher zugeführt wird. Der nichtinvertierende Eingang des Regelverstärkers 18 liegt auf einer Soll-Spannung  $USOLL$ . Wenn bei dieser Anordnung die Ausgangsspannung  $U$  an der Klemme 1 niedriger wird als die Soll-Spannung  $USOLL$ , so steigt der Ausgangspegel des Regelverstärkers 18.

Demzufolge steigen die Ausgangspegel an den Ausgängen der Mischeinrichtungen 15 (1-n), so daß die Ausgangsspannungen  $UA$  aller Stromversorgungsschaltungen  $SV(1-n)$  über deren Regeleingänge  $Se$  angehoben werden. Auf diese Weise ist eine Konstanzhaltung der Summenausgangsspannung  $U$  möglich.

Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist eine bevorzugte Ausführungsform der Mittelwertbildungseinrichtung 10 im Detail gezeigt. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die Meßsignale  $UI(1-n)$  aus den Meßeinrichtungen 9 (1-n) Spannungen sind, welche den fließenden Strömen proportional sind. Diese Spannungen liegen nun jeweils an ersten Klemmen von Widerständen  $RS$ , die mit ihren anderen Klemmen auf einer gemeinsamen Leitung  $L$  liegen. Es wird somit eine Sternschaltung von Widerständen  $RS$  gebildet. Jeweils ein (nicht-invertierender) Eingang jeder Komparatoreinrichtung 20 (1-n) liegt auf der gemeinsamen Leitung  $L$ , die jeweils anderen (invertierenden) Eingänge liegen

an der jeweils anderen Klemme der Widerstände  $RS$ . Somit tasten die Komparatoreinrichtungen 20 (1-n) die über den Widerständen  $RS$  durch die fließenden Ströme abfallenden Spannungen ab. Dann, wenn alle Meßsignale  $UE(1-n)$  bzw. alle entsprechenden Spannungen gleich groß sind, fließt durch keinen der Widerstände  $RS$  ein Strom. Weicht eine der Meßsignal-Spannungen  $UE$  von den übrigen ab, so fließen der Abweichung proportionale Ströme in allen Widerständen  $RS$  deren Richtungen den Abweichungsrichtungen (nach oben oder nach unten) entsprechen. Somit steht an dem entsprechenden Widerstand eine Spannung zur Verfügung, die über den jeweiligen Komparator abgegriffen und als Steuerspannung  $Ust$  zum Regeln der entsprechenden Stromversorgungsschaltung  $SV(1-n)$  weitergegeben wird.

Die in Fig. 4 gezeigte Ausführungsform der Erfindung entspricht im wesentlichen der nach Fig. 1. Bei dieser Ausführungsform wird die Meßeinrichtung 9 durch einen niederohmigen Meßwiderstand  $RM$  gebildet, der in der entsprechenden Leitung sitzt. Die über dem Widerstand  $RM$  abfallende Spannung wird über einen Differenzverstärker  $V1$  verstärkt, so daß eine entsprechende Ausgangsspannung  $UI1$  am Ausgang des Verstärkers  $V1$  ansteht.

Somit bilden der Meßwiderstand  $RM$  und der Verstärker  $V1$  eine mögliche Meßeinrichtung 9 zum Messen des Ausgangsstromes.

Die Mischeinrichtung 15 wird von einem Impedanzwandler  $V2$  gebildet, dessen Eingang einerseits auf dem Ausgang eines Spannungs-/Stromwandlers 19 und andererseits über einen Widerstand  $R1'$  auf einer Klemme 3 liegt, die auf dem Ist-Wert der Summen-Ausgangsspannung  $U$  gehalten wird, also z. B. mit der Klemme 1 verbunden ist. Der Eingang des Spannungs-/Stromwandlers 9 liegt auf dem Ausgang der Komparatoreinrichtung 20, so daß der vom Wandler 19 gelieferte Strom der Spannung über dem Widerstand  $RS$  und damit dem Fehler-Strom proportional ist, um welchen der Ausgangsstrom der betreffenden Stromversorgungsschaltung von dem Mittelwert aller Ausgangsströme abweicht. Die Funktionsweise dieser Schaltung ergibt sich für den Fachmann von selbst.

Der in Fig. 4 gezeigte Widerstand  $R2'$  ist vorgesehen, um die Klemme 3 auf einem definierten Potential zu halten und dadurch Schäden bei Montagefehlern zu vermeiden.

Der in den Fig. 2 und 3 gezeigte Schalter 11 wird bei der in Fig. 4 gezeigten Schaltung dadurch gebildet, daß die Stromversorgung des Impedanzwandlers  $V2$  über den Ausgang der Schwellenabsteleinrichtung 12 erfolgt. Dann, wenn die Spannung  $UA$  der entsprechenden Stromversorgungseinheit die Spannung  $Uref$  unterschreitet und der Schalter 13 geöffnet wird, wird gleichzeitig der Impedanzwandler  $V2$  abgeschaltet, so daß der Regeleingang  $Se$  der betreffenden Stromversorgungsschaltung gegenüber Rückwirkungen geschützt wird.

Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich um eine konkrete Schaltung, die zusammen mit von der Anmelderin gefertigten Stromversorgungsschaltungen verwendbar ist. Diese Stromversorgungsschaltungen liefern neben der Ausgangsspannung  $UA$  eine Hilfsspannung von  $+12\text{ V}$  und eine Hilfsspannung von  $-2,7\text{ V}$ . Die Hilfsspannung von  $+12\text{ V}$  verhält sich wie die Ausgangsspannung  $UA$ , bricht also bei Zusammenbrechen der Ausgangsspannung  $UA$  ebenfalls zusammen.

Der in Fig. 4 gezeigte Meßwiderstand  $RM$  liegt bei

der in Fig. 5 gezeigten Schaltung parallel zu einem ersten (Schutz-)Widerstand  $R1$  und einem ersten (Glättungs-)Kondensator  $C1$ . Die eine Klemme des Widerstandes  $RM$  ist über einen Widerstand  $R2$  auf einen invertierenden Eingang des Verstärkers  $V1$ , die andere Klemme des Widerstandes  $RM$  über einen Widerstand  $R3$  auf den nicht-invertierenden Eingang des Verstärkers  $V1$  geführt. Der nicht-invertierende Eingang des Verstärkers  $V1$  liegt über einen Widerstand  $R5$  auf einer Leitung, die den Masse-Anschluß für die Regeleingänge  $Sbzw. Se$  bildet.

Der Ausgang des Verstärkers  $V1$  ist auf den Emitter eines Transistors  $T1$  geführt, dessen Kollektor über einen Widerstand  $R4$  auf den invertierenden Eingang des Verstärkers  $V1$  geführt ist. Eine Diode  $D1$  liegt mit ihrer Anode auf dem Ausgang des Verstärkers  $V1$  und ihrer Kathode auf dem Kollektor des Transistors  $T1$ .

Die Basis des Transistors  $T1$  liegt auf der Anode einer Zenerdiode  $D2$ , deren Kathode über einen Widerstand  $R8$  auf die Hilfsspannung  $+12\text{ V}$  geführt ist. Die Hilfsspannung von  $+12\text{ V}$  versorgt den Verstärker  $V1$  und ist über einen Widerstand  $R7$  auf die  $-S, -Se$ -Leitung geführt. Der Anschluß zur Versorgung des Verstärkers  $V1$  mit negativer Versorgungsspannung liegt auf der Hilfsspannung von  $-2,7\text{ V}$  und über einen Widerstand  $R6$  auf der  $-S, -Se$ -Leitung.

Der Kollektor des Transistors  $T1$  ist über den Widerstand  $RS$  auf die Leitung  $L$  geführt. Weiterhin liegt der Kollektor des Transistors  $T1$  über einen zweiten Kondensator  $C2$  auf der  $-S, -Se$ -Leitung und über eine Reihenschaltung von zwei Widerständen  $R10, R11$  auf einer Klemme eines Kondensators  $C3$ , dessen andere Klemme über einen Widerstand  $R12$  auf die Leitung  $L$  geführt ist.

Mit seiner einen Klemme ist der Kondensator  $C3$  über einen Widerstand  $R13$  auf den invertierenden Eingang des (Operations-)Verstärkers  $V$  geführt, der außerdem über eine Parallelschaltung aus einem Kondensator  $C5$  und einem Widerstand  $R16$  gegengekoppelt ist.

Die andere Klemme des Kondensators  $C13$  ist über einen Widerstand  $R15$  auf den nicht-invertierenden Eingang des Verstärkers  $V$  geführt, der weiterhin über einen Widerstand  $R15$  auf den Regeleingang  $Se$  der zugehörigen Stromversorgungsschaltung gelegt ist.

Der Ausgang der Verstärkerschaltung 20 liegt an der Anode einer Diode  $D3$ , deren Kathode über eine Reihenschaltung aus zwei Widerständen  $R17$  und  $R18$  auf dem Regeleingang  $Se$  der zugehörigen Stromversorgungsschaltung liegt. Der Verbindungspunkt der beiden Widerstände  $R17$  und  $R18$  ist über einen Kondensator  $C6$  auf die  $-S, -Se$ -Leitung geführt. Die Diode  $D3$  bildet bei dieser Schaltung die Schwelleneinrichtung 16, der Kondensator  $C5$  den Tiefpaß 17. Der Transistor  $T1$  bildet mit den zugehörigen Bauteilen den Schalter 13.

Der Verstärker  $V1$  verstärkt die am Meßwiderstand  $RM$  durch den Ausgangsstrom  $IA$  verursachte Spannung derart, daß an seinem Ausgang ein dem Strom  $IA$  proportionales Spannungssignal entsteht. Hierbei wird der Verstärkungsfaktor oder der Meßwiderstand  $RM$  so eingestellt, daß dann, wenn die zugehörige Stromversorgungsschaltung mit ihrer Nennlast (Nenn-Ausgangsstrom) belastet ist, am Ausgang des Verstärkers  $V1$  eine definierte Spannung, z. B.  $2,5\text{ V}$  ansteht. Sobald die Hilfs-Spannung von  $+12\text{ V}$  zusammenbricht und damit einen Ausfall der zugehörigen Stromversorgungsschaltung anzeigt, sperrt der Transistor  $T1$ , so daß die Leitung  $L$  hochohmig abgekoppelt wird.

In Fig. 5 ist auch eine Regelschaltung 14 eingezeichnet.

net, die an sich in der zugehörigen Stromversorgungsschaltung angebracht ist. Gemäß der in Fig. 5 gezeigten Darstellung wird der Regeleingang *Se* der zugehörigen Stromversorgungsschaltung somit von dem nicht-invertierenden Eingang eines Regelverstärkers *VR* gebildet, der über einen Widerstand *R 1'* auf der Klemme 3 liegt, an welcher der Ist-Wert der Summen-Ausgangsspannung abgegriffen wird, die konstant zu halten ist. Der invertierende Eingang des Regelverstärkers *VR* wird auf der Soll-Spannung *USOLL* gehalten. Das Ausgangssignal des Regelverstärkers *VR* dient in an sich bekannter Weise zur Einstellung der Ausgangsspannung der zugehörigen Stromversorgungsschaltung.

Die übrigen, hier nicht gesondert in ihrer Funktion beschriebenen Bauteile der Schaltung sind dem Fachmann geläufig. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß der Widerstand *R 17* und der Kondensator *C 6* hochfrequente Regelsignale dämpfen.

#### Patentansprüche

1. Parallelschaltmodul, über das mehrere, über Regeleingänge (*Se*) in ihrer jeweiligen Ausgangsspannung (*UA*) regelbare Stromversorgungsschaltungen (*SV*) zur Versorgung eines Verbrauchers mit einer Summenausgangsspannung (*U*) über Ausgangsklemmen (1, 2) parallel schaltbar sind, mit Meßeinrichtungen (9), die derart ausgebildet und mit den Stromversorgungsschaltungen (*SV*) geschaltet sind, daß den Ausgangsströmen (*IA*) jeder Stromversorgungsschaltung (*SV*) entsprechende Meßsignale (*UI*) erzeugbar sind, einer Mittelwertbildungs-Einrichtung (10), welcher die Meßsignale (*UI*) zuführbar sind und die ein dem Mittelwert der Meßsignale (*UI*) proportionales Mittelwertsignal (*U<sub>I</sub>*) erzeugt, und mit Komparatoreinrichtungen (20) für jede Stromversorgungsschaltung (*SV*), die das Mittelwertsignal (*U<sub>I</sub>*) mit den jeweiligen Meßsignalen (*UI*) vergleichen und ein dem jeweiligen Steuereingang (*SE*) zugeführtes Steuersignal (*U<sub>st</sub>*) derart erzeugen, daß die Ausgangsspannung (*UA*) der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) dann angehoben bzw. abgesenkt wird, wenn der jeweilige Ausgangsstrom (*IA*) unter bzw. über dem zum Mittelwert der Ausgangsströme proportionalen Wert liegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß Entkopplungselemente (*DE*) zum Entkoppeln des Ausgangs der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) vom Verbraucher und den übrigen Stromversorgungsschaltungen vorgesehen sind, und daß jede Stromversorgungsschaltung (*SV*) mit einer Schwellenabtasteinrichtung (12) derart verbunden ist, daß ein Abschaltsignal (*US*) dann erzeugbar ist, wenn die Ausgangsspannung (*UA*) der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) unter einen vorbestimmten Wert abfällt, und daß erste Abschalteinrichtungen (13) vorgesehen sind, um bei Betätigung das jeweilige Meßsignal (*UE*) aus der Mittelwertsignal-Bildung auszuschließen.
2. Parallelschaltmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zweite Abschalteinrichtungen (11) vorgesehen sind, um auf das Abschaltsignal (*US*) hin den jeweiligen Steuereingang (*Se*) zu inaktivieren.
3. Parallelschaltmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Ausgangsspannungsabtasteinrichtungen (14) vorgesehen sind, um die an den Ausgangsklemmen (1,

2) liegende Summenspannung (*U*) abzutasten und ein Ausgangsspannungssignal zu erzeugen, das Mischeinrichtungen (15) zuführbar ist, über welche die jeweiligen Steuersignale (*U<sub>st</sub>*) zum Regeln der Summenausgangsspannung (*U*) auf einen konstanten Wert veränderbar sind.

4. Parallelschaltmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßsignale den Ausgangsströmen (*IA*) proportionale Spannungen (*UI*) sind, die jeweils ersten Anschlüssen einer Sternschaltung von Widerständen (*RS*) zuführbar sind, die alle mit ihren anderen Anschlüssen über eine gemeinsame Leitung (*L*) verbunden sind, so daß über jedem der jeweiligen Widerstände (*RS*) das zur jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) gehörige Steuersignal (*U<sub>st</sub>*) abgreifbar ist.

5. Parallelschaltmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Parallelschaltmodul derart aufgebaut ist, daß die Regelung bei Schwankungen der Summenausgangsspannung (*U*) schneller als bei Abweichung der Ausgangsströme (*IA*) von deren angestrebten Werten erfolgt.

6. Parallelschaltmodul nach einem der Ansprüche 3 oder 5, gekennzeichnet durch eine Schwelleneinrichtung (16), die derart ausgebildet und angeordnet ist, daß die Ausgangsspannung (*UA*) der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) nur dann angehoben bzw. abgesenkt wird, wenn die Abweichung des jeweiligen Ausgangsstromes (*IA*) vom angestrebten Wert einen vorbestimmten Mindestbetrag überschreitet.

7. Parallelschaltmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtungen (9) ein normiertes Meßsignal (*UI*) erzeugen, so daß ein auf eine Nennlast der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) normiertes Meßsignal erzeugt wird, dessen Maximalamplitude bei Belastung der jeweiligen Stromversorgungsschaltung (*SV*) mit der zugehörigen Nennlast unabhängig vom Betrag des jeweils fließenden Ausgangsstroms (*IA*) erreicht wird.

8. Parallelschaltmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Abschalteinrichtungen (13) beim Ein- und/oder Ausschalten der Stromversorgungsschaltung (*SV*) betätigbar sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

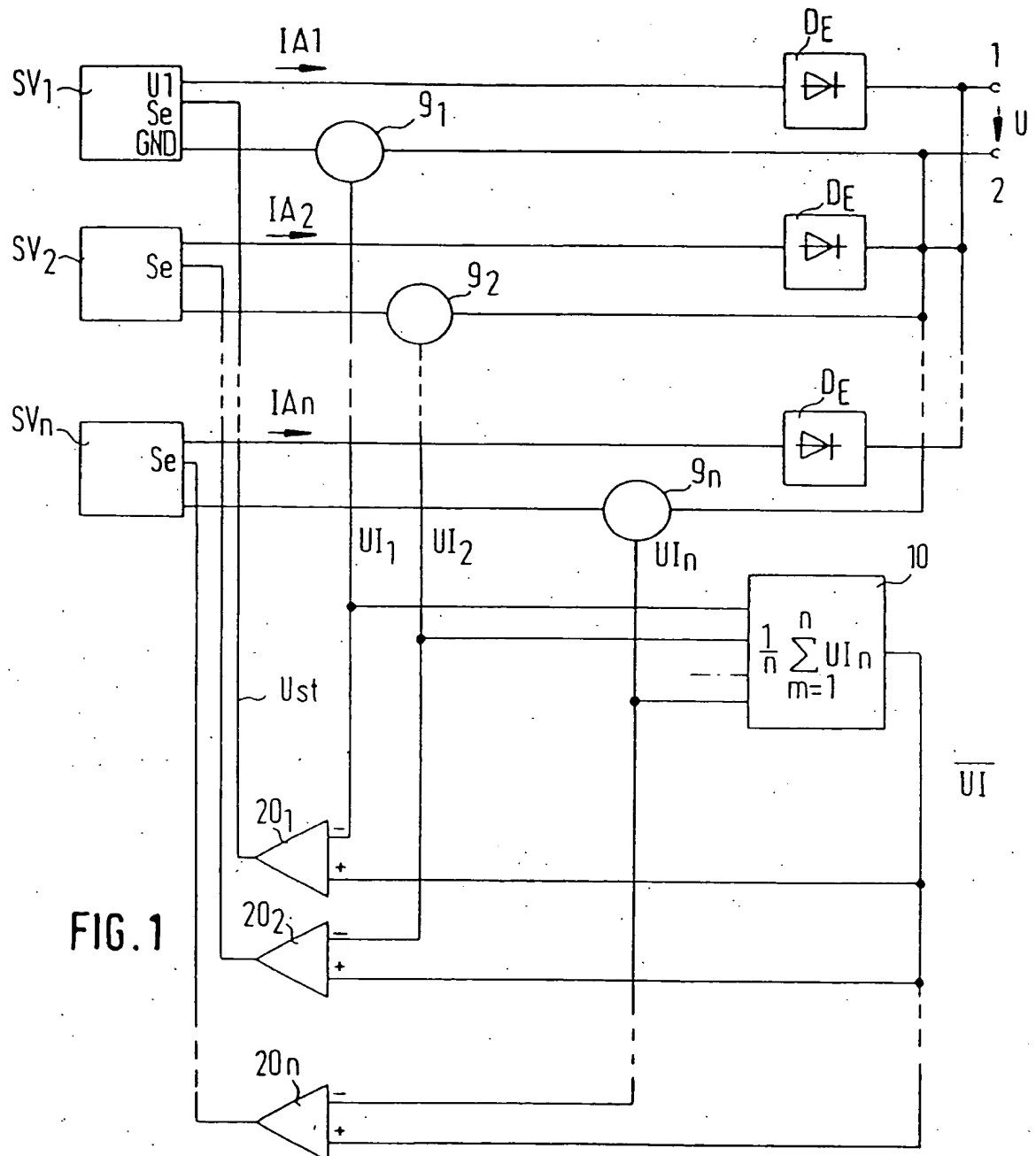


FIG. 1

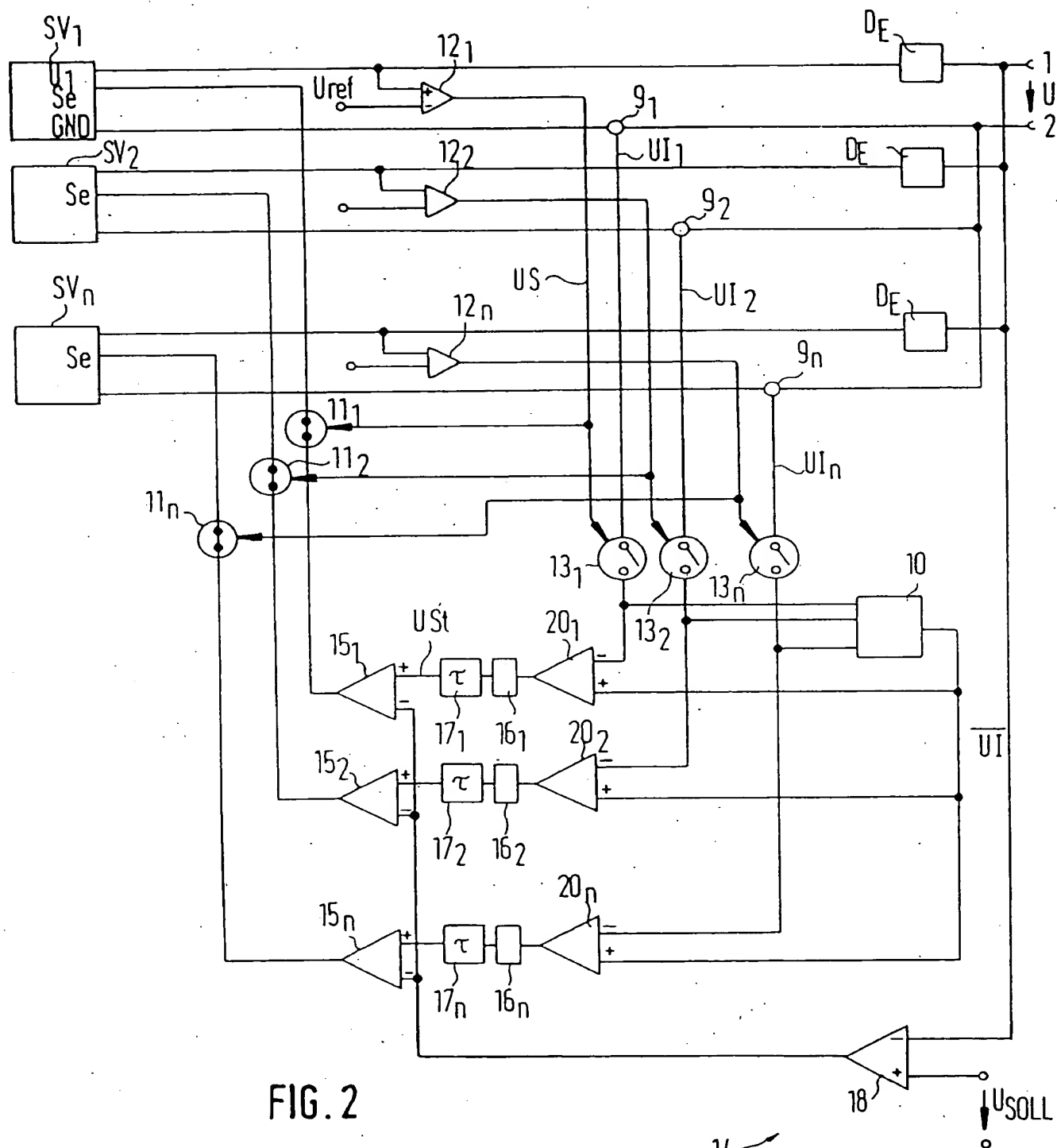
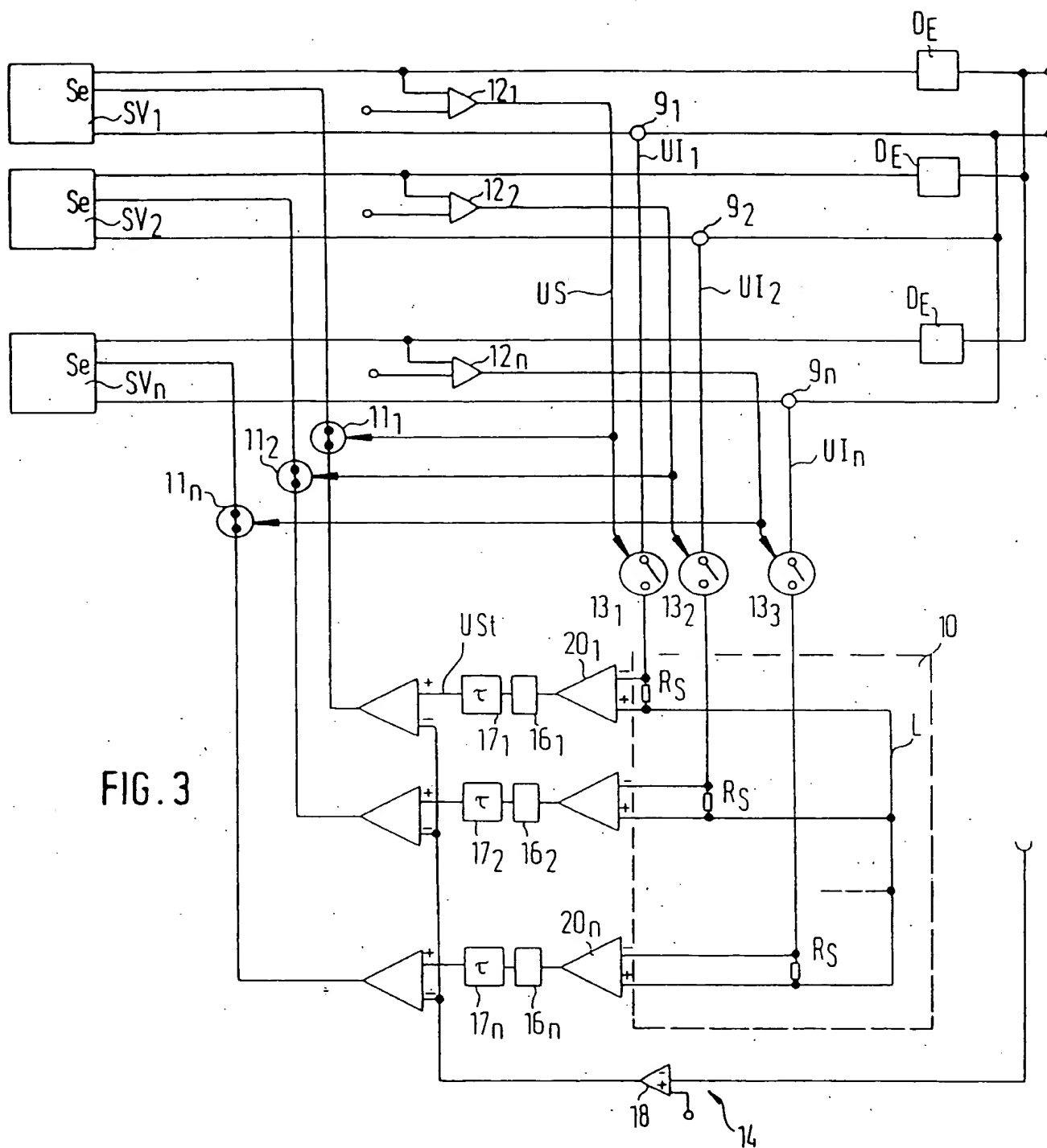


FIG. 2





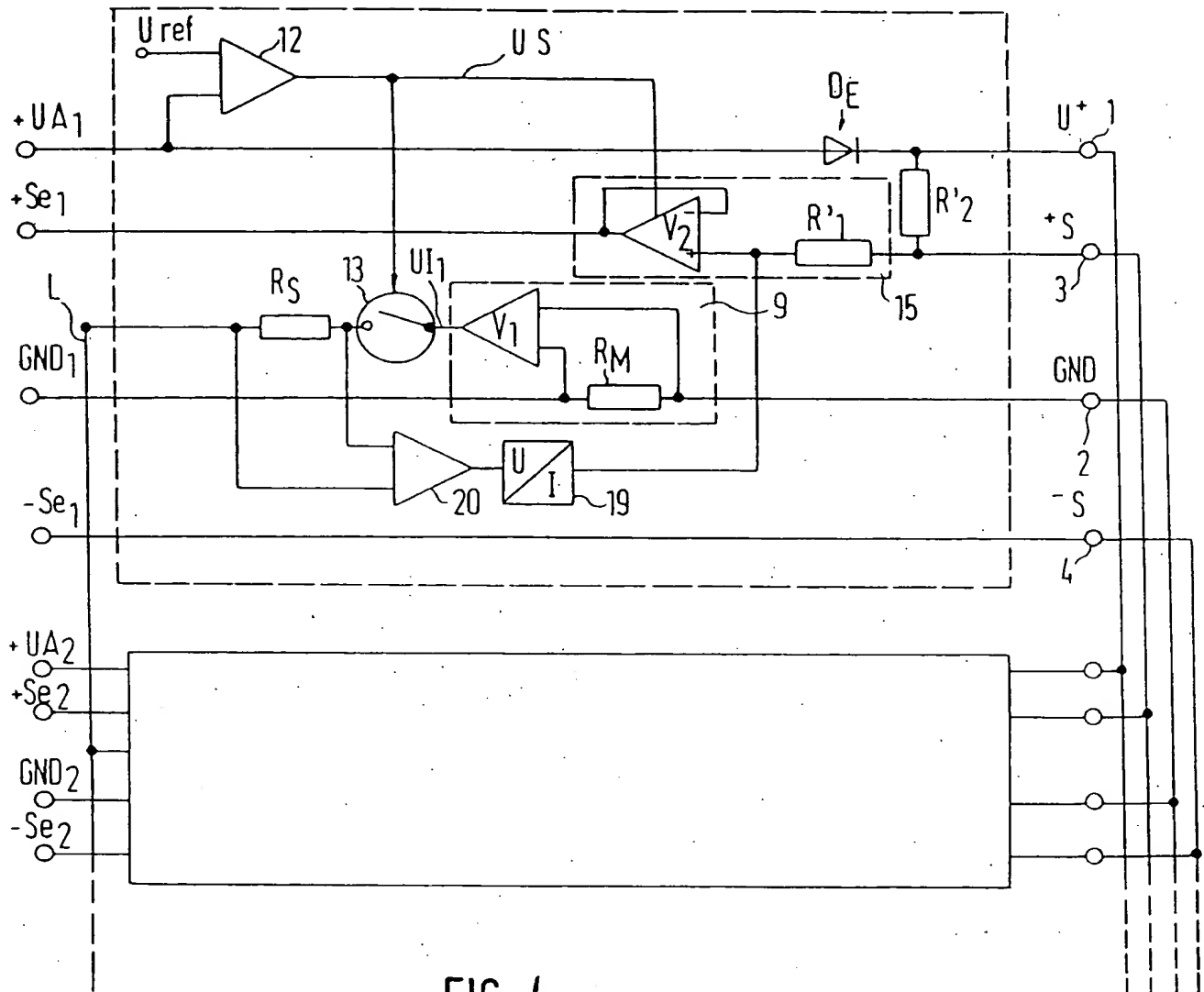
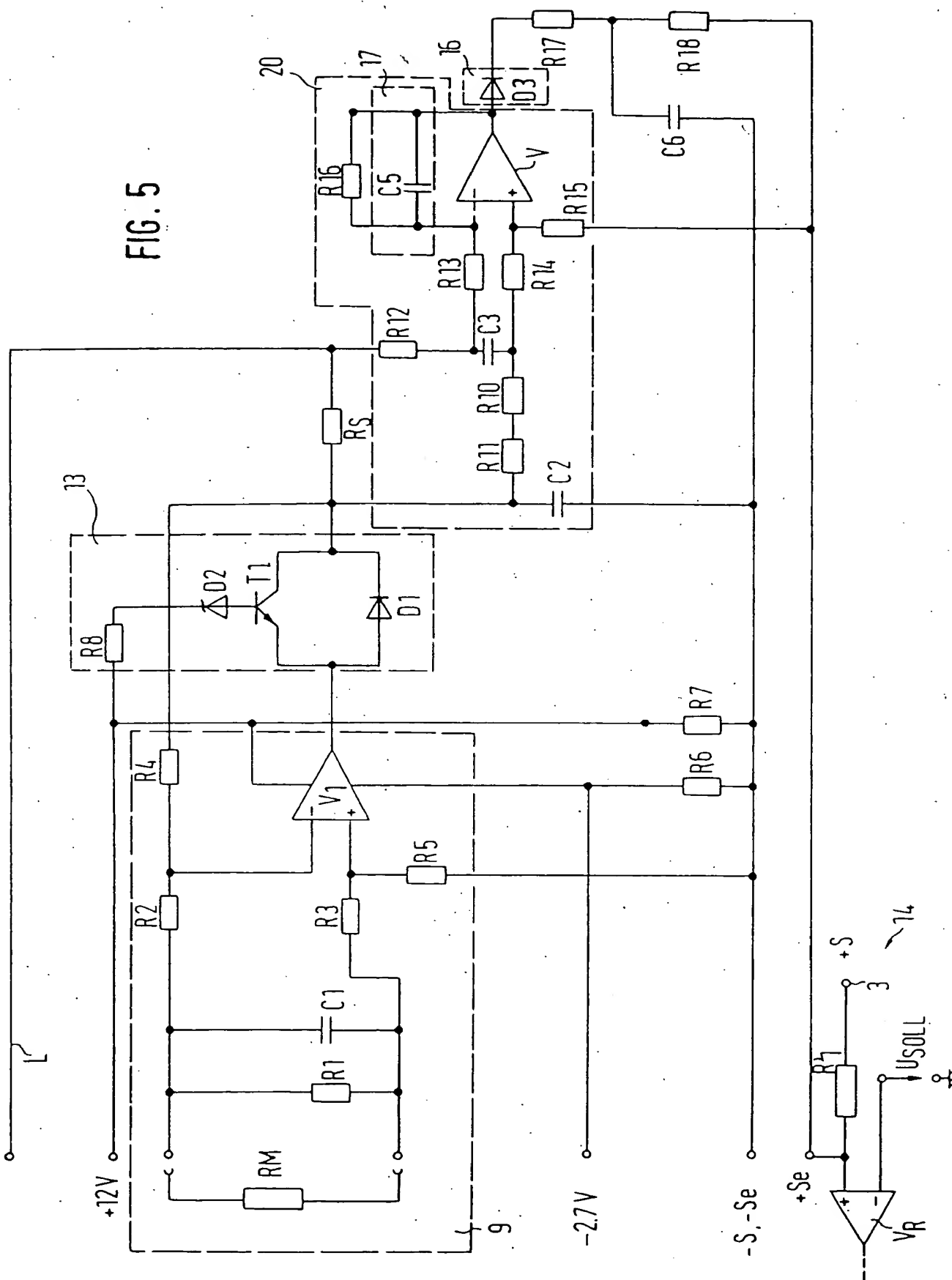


FIG. 4

FIG. 5



**English translation of abstract of E2 (DE-3932437)**

When connecting power supply circuits in parallel, a uniform load distribution to the power supply circuits is attempted. It is proposed to provide measuring devices (9) which are constructed and connected to the power supply circuits (SV) in such a manner that measurement signals (UI) corresponding to the output currents (IA) of each power supply circuit can be generated, that an averaging device (10) is provided to which the measurement signals can be supplied and which generates an average-value signal (UI) corresponding to the average value of the measurement signals, and that comparator devices (20) for each power supply circuit are provided which compare the average-value signal with the respective measurement signals and generate a control signal supplied to the respective control input (Se) of a power supply circuit in such a manner that the output voltage (U) of the respective power supply circuit (SV) is raised or lowered when the respective output current (IA) is below or, respectively, above the average value of the output currents.

PTO 04-2505

CY=DE DATE=19901004 KIND=C1  
PN=3 932 437

PARALLEL SWITCHING MODULE  
[Parallelschaltmodul]

Ralf Bertram, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. March 2004

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(19) : DE
DOCUMENT NUMBER	(11) : 3932437
DOCUMENT KIND	(12) : C1 (13) : PUBLISHED PATENT
PUBLICATION DATE	(43) :
PUBLICATION DATE	(45) : 19901004
APPLICATION NUMBER	(21) : P3932437.0-32
APPLICATION DATE:	(22) : 19890928
ADDITION TO	(61) :
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51) : G05F 1/56; H02J 1/10
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52) :
PRIORITY COUNTRY	(33) :
PRIORITY NUMBER	(31) :
PRIORITY DATE	(32) :
INVENTOR	(72) : BERTRAM, RALF; OLTMANN, KLAUS
APPLICANT	(71) : BICC-VERO ELEKTRONICS GMBH
TITLE:	(54) : PARALLEL SWITCHING MODULE
FOREIGN TITLE	[54A] : PARALLELSCHALTMODUL

The invention relates to a parallel switching module in accordance with the preamble of Patent Claim 1 through which several regulated power supply circuits can be parallel-connected to supply one single consumer unit.

There are power supply units on the market which can be connected on the primary side - as power supply units - to the AC supply system or - as DC/DC converters - that can be connected to a direct current source and give off a supply voltage on the secondary side, the size of which can be regulated via a "sense" input. Naturally, these types of power supply circuits have a limited current load capacity and the output voltage drops if it is exceeded. If an already existing electronic unit is expanded through the addition of sub-assembly modules, increased output of the power supply circuit provided for the supply becomes necessary. The user frequently does not wish to exchange the existing power supply circuit for one of higher capacity, but instead wants to install an additional power supply circuit in parallel to the existing power supply circuit to cover the increased output or current requirements and connect it in parallel to the existing power supply circuit.

An additional even more important problem is a result of the requirement for the increased safety of power supply systems, which particularly exist with security systems (alarm systems) in the military area or, increasingly, in low-maintenance communication systems. Here,

---

\*Number in the margin indicates column in the foreign text.

redundant systems are required in which multiple power supply units are operated in parallel and exhibit such output capacities that, if one (or several) of the existing power supply circuits fail, the remaining power supply circuits ensure the consumer's supply under a respectively increased output. Thus, in the simplest scenario, two power supply circuits would be connected in parallel, which could respectively cover the consumer's power needs. If the output that is used by the consumer is evenly distributed to the two power supply circuits, meaning that both power supply circuits deliver currents of equal magnitude, only relatively little heat is created in the two power supply circuits, so that the service life expectancy of the components in the power supply circuits is high.

If the load distribution is uneven, the service life expectancy of the power supply circuit with the greater load is reduced, whereas with electrolytic capacitors or semiconductors, a cut to one half of the service life expectancy must be anticipated, if the operating temperature rises by 10 K or 8 K. An additional problem arises with unevenly loaded power supply circuits if one power supply circuit (generally the one with the greater load) fails. This is because, in that case, the power supply circuit that previously had only a small load or no load at all has to deliver the full current load, which leads to a temporary drop in voltage in the standard regulated power supply circuits. This, in turn, may lead to a malfunction in the consumer unit.

From "Electronic Design" of 14 November 1985, p. 125 to 132, the art is familiar with the approach that, with two power supply circuits, these are coupled to the shared output terminal via diodes and defined output resistors, so that, in the event that one power supply circuit fails, /2 the other one is cut off. In this familiar circuit, extremely asymmetrical loads of the power supply units are created if the automatic gain control amplifiers are configured asymmetrically. Moreover, in the event of a short circuit of the one regulating transistor of a power supply circuit, the other one is incapable of compensating the defect. Instead, in this case, the full voltage is applied at the output. Finally, in the familiar circuit, only the interconnection of a limited number of power supply circuits is possible.

From GB 2122776A, a parallel switching module of the kind mentioned at the beginning of the text is familiar to the art. In this familiar arrangement, no conventional power supply circuits, but, instead, special purpose designs are wired together with a standard sensing input that is voltage-controlled, however. Moreover, while an even current distribution is realized between the two power supply circuits, if they are intact, the voltage constancy must be guaranteed via a separate regulating loop if one of the two power supply circuits fails. The circuit components which serve to evenly distribute the current act against this regulating circuit. Moreover, the familiar circuit becomes dysfunctional if, in the coupling of more than two power supply circuits, one of them fails.



The invention is based on the objective of advancing a parallel switching module of the kind described at the beginning of the text to the end that, in the event of the failure of a power supply circuit, the full functional capacity of the remaining power supply circuits and their shared regulation is maintained.

This objective is realized through the characterizing features specified in Patent Claim 1.

A particularly simple power distribution regulating circuit consists of a star-connection of resistors, whereas a voltage which is proportional to the current is unilaterally applied at each of the resistors, which corresponds with the output current of the associated power supply circuit.

The voltage which accumulates via the respective resistor can then be directly used to regulate the pertinent power supply circuit. Preferably, a standardization of the current-proportional voltages representing the output current of the respective power supply circuit is carried out in this process. This means that an output current corresponding with the nominal load of the respective power supply circuit leads to a maximum measuring signal, so that power supply circuits of different nominal loads can be connected in parallel and then deliver output currents of different magnitudes, while being equally loaded when measured by their nominal load.

Additional essential characterizing features are revealed by the Sub-Claims and the following description of preferred configurations of

the invention, which will be explained more closely by means of Figures.

Shown are:

Figures 1 and 2, schematic block diagrams of a first configuration of the invention;

Figure 3, a block diagram similar to that in accordance with Fig. 2, but with an averaging circuit that will be explained in detail;

Figure 4, the circuit of an additional preferred configuration of the invention, and,

Figure 5, the detailed circuit of an additional preferred configuration of the invention.

/3

In the figures, identical circuit elements or sub-assembly units, or those with identical effect, are marked with the same reference numbers.

In Fig. 1, the output terminals of the power supply circuits (SV(1-n)) where the positive output voltage is accumulated are applied to an output terminal (1) via decoupling elements (De). The ground lines of the power supply units (SV(1-n)) are conducted to a second output terminal (2) via measuring devices (9). The sum output is available for the connection of a consumer unit (not shown) at the terminals (1 and 2). If a current (IA(1-n)) flows from the respective power supply units (SV(1-n)), an output signal (UI(1-n)) is applied to an output line of the respective measuring device (9(1-n)), which, on the one hand, can be delivered by several inputs of an averaging unit (10) and, on the other hand, can be delivered to an inverting input of a comparator (20(1-n)). In the averaging unit (10), an output signal (UI) is generated, which corresponds with the average value of the input signals, and, thus, with the average value of the currents that is derived from the power supply circuits (SV(1-n)). This average value signal (UI) is delivered to the non-inverting inputs of the comparators (20(1-n)).

The outputs of the comparators (20(1-n)) are conducted to the regulating inputs (Se) of the power supply circuits (SV(1-n)). Via these regulating inputs (Se), the output voltages (UA) of the respective power supply circuits (SV(1-n)) can be adjusted.

Thus, in the configuration of the invention that is shown here, a current is derived at the terminals (1, 2) which is composed of the partial currents (IA-IA<sub>n</sub>). In the averaging unit (10), a signal (UI) is generated which corresponds with the average value of the flowing currents. If

the load distribution occurs evenly via the coupled power supply units ( $SV(1-n)$ ), all measuring signals ( $UI_1-UIn$ ) correspond with the average value ( $UI$ ), and the control signals ( $U_{st}$ ) that have accumulated at the outputs of the comparators ( $20(1-n)$ ) become zero. This means that the output voltages of the power supply circuits ( $SV(1-n)$ ) are neither raised nor lowered, but can be maintained. If one of the output currents, e.g., ( $IA_1$ ), is smaller than the average value ( $UI$ ), the output of the comparator ( $20(1)$ ) goes to a high level, so that a control signal ( $U_{st}$ ) of a high level is accumulated at the regulating input ( $Se$ ) of the associated power supply circuit ( $SV(1)$ ). Due to this high level control signal at the regulating input, the output voltage ( $UA$ ) of this power supply circuit ( $SV(1)$ ) is increased in the generally familiar manner and, more specifically, it is increased until the output current ( $IA(1)$ ) of this power supply circuit corresponds with the average value of all of the output currents ( $IA(1-n)$ ) again. In this manner, an even load distribution is realized.

Offhand, the configuration of the invention depicted in Fig. 2 differs from that in accordance with Fig. 1 in that the outputs of the comparators ( $20(1-n)$ ), respectively, lie at an input of a threshold unit (16), the output signal of which changes only if the input signal changes in a predefined amount. The output signal of the threshold unit (16) is conducted to the input of a low-pass unit (17) at the output of which the control signal ( $U_{st}$ ) is applied. Through these switching measures, a stabilization of the regulation is realized with regard to the equal

distribution of output currents because, on the one hand, interventions are only made in the event of defined, impermissible deviations of the current distribution and, on the other hand, they occur at a relatively low speed or with a relatively high time constant.

Moreover, the configuration shown in Fig. 2 differs from that in accordance with Fig. 1 in that the output lines of the measuring devices (9) are conducted to switch (13(1-n)), which can be triggered via threshold scanners (12(1-n)). The threshold scanners (12(1-n)) are on the output voltage (UA) of a power supply circuit (SV(1-n)) with one input, respectively; the other input is on a reference voltage (Uref). If the output voltage (UA) of power supply circuit (SV(1-n)) falls short of the reference voltage (Uref), the pertinent switch (13(1-n)) is opened. What is thereby achieved is that the pertinent measuring signal (UI(1-n)) is no longer conducted to the averaging unit (10) and, thus, is no longer included in the formation of an average value. This is the case if the pertinent power supply circuits have failed and their output voltage (UA) has broken down. After such a failure of a power supply circuit, the average value (UI) is only obtained from the remaining number of output currents any more.

The output signals of the threshold scanners (12) continue to be conducted to switch (11(1-n)) which can then separate the regulating inputs (Se) of the power supply circuits (SV(1-n)) from the rest of the circuit parts if the pertinent power supply circuit (SV(1-n)) has failed and its

output voltage ( $U_A$ ) has broken down in order to prevent destructive repercussions.

Finally, the circuit shown in Fig. 2 differs from that which is shown in accordance with Fig. 1 in that the control signals ( $U_{st}$ ), respectively, are conducted to a (non-inverting) input of a mixing unit ( $15(1-n)$ ) the other (inverting) inputs of which go through a shared line to the output of a regulating amplifier (18). The inverting input of the regulating amplifier (18) is applied to the output terminal (1) to which the sum output voltage is applied that is delivered to the consumer unit. The non-inverting input of the regulating amplifier (18) is on a desired voltage ( $U_{SOLL}$ ). If the output voltage ( $U$ ) at the terminal (1) in this arrangement is less than the desired voltage ( $U_{SOLL}$ ), the output level of the regulating amplifier (18) increases.

Accordingly, the output levels at the outputs of the mixing units ( $15(1-n)$ ) rise, so that the output voltages ( $U_A$ ) of all power supply circuits ( $SV(1-n)$ ) are increased via their regulating inputs ( $Se$ ). In this manner, it is possible to keep the sum output voltage ( $U$ ) constant.

In the configuration of the invention which is shown in Fig. 3, a preferred configuration of the averaging unit (10) is shown in detail.

What is presumed as the prerequisite is that the measuring signals ( $U_I(1-n)$ ) from the measuring devices ( $9(1-n)$ ) are voltages that are proportional to the flowing currents. These voltages are now respectively applied to first terminals of resistors ( $RS$ ) that are on a shared line ( $L$ ) with their other terminals. Thus, a star circuit of resistors ( $RS$ )

is formed. One (non-inverting) input of each comparator unit (20(1-n)) is on a shared line (L), respectively; the respectively other (inverting) inputs are at the respectively other terminal of the resistors (RS). /5  
Thus, the comparator units (20(1-n)) scan the voltages which drop off over the resistors (RS) due to the flowing currents. Then, if all measuring signals (UE(1-n)) or all pertinent voltages are of equal magnitude, a current does not flow through any of the resistors (RS).

If one of the measuring signal voltages (UE) deviates from the other ones, currents that are proportional to the deviation flow in all resistors (RS), the directions of which correspond with the directions of the deviations (upward or downward). Thus, a voltage is available at the appropriate resistor, which is scanned via the respective comparator and passed on as the control voltage (Ust) for the regulation of the pertinent power supply circuit (SV(1-n)).

The configuration of the invention which is shown in Fig. 4 essentially corresponds with that in accordance with Fig. 1. In this configuration, the measuring device (9) is constituted by a low-impedance measuring resistor (RM) which sits in the appropriate line. The voltage that drops over the resistor (RM) is amplified via a differential amplifier (V1), so that an appropriate output voltage (UI1) accumulates at the output of the amplifier (V1).

Thus, the measuring resistor (RM) and the amplifier (V1) constitute a potential measuring device (9) for measuring the output current.

The mixing unit (15) is formed by an impedance converter (V2) the input of which, on the one hand, is on the output of a voltage/current converter (19) and, on the other hand, via a resistor (R1'), is on a terminal (3) that is held on the actual value of the sum output voltage (U), meaning, e.g., it is connected with the terminal (1). The input of the voltage/current converter (9) is on the output of the comparator unit (20), so that the current that is delivered by the converter (19) is proportional to the voltage over the resistor (RS) and, thus, with the fault current by which the output current of the pertinent power supply circuit deviates from the average value of all output currents. The modus operandi of this circuit is logical to the expert.

The resistor (R2') which is shown in Fig. 4 is provided to hold the terminal (3) on a defined potential and to thereby avoid damage in the event of assembly errors.

In the circuit that is depicted in Fig. 4, the switch (11) that is shown in Figs. 2 and 3 is formed in that the power supply of the impedance converter (V2) takes place via the output of the threshold scanner (12).

Then, if the voltage (UA) of the pertinent power supply unit falls short of the voltage (Uref) and the switch (13) is opened, the impedance converter (V2) is turned off at the same time, so that the regulating input (Se) of the pertinent power supply circuit is protected against repercussions.

The configuration of the invention that is shown in Fig. 5 involves a concrete circuit which can be used in conjunction with the power supply circuits manufactured by the Applicant. Apart from the output voltage



(UA), these power supply circuits deliver an auxiliary voltage of + 12 V and an auxiliary voltage of - 2.7 V. The auxiliary voltage of + 12 V behaves like the output voltage (UA), meaning that it also breaks down if the output voltage (UA) breaks down.

In the circuit that is depicted in Fig. 5, the measuring resistor (RM) that is shown in Fig. 4 lies in parallel to a first(protective) /6 resistor (R1) and a first (smoothing) capacitor (C1). The one terminal of the resistor (RM) is conducted to an inverting input of the amplifier (V1) via a resistor (R2); the other terminal of the resistor (RM) is conducted to the non-inverting input of the amplifier (V1) via a resistor (R3). The non-inverting input of the amplifier (V1) is on a line constituting the ground connection for the regulating inputs (S or Se) via a resistor (R5).

The output of the amplifier (V1) is conducted to the emitter of a transistor (T1), the collector of which is conducted to the inverting input of the amplifier (V1) via a resistor (R4). A diode (D1) is at the output of the amplifier (V1) with its anode and at the collector of the transistor (T1) with its cathode.

The base of the transistor (T1) lies on the anode of a Z-diode (D2), the cathode of which is conducted to the auxiliary voltage (+ 12 V) via a resistor (R8). The auxiliary voltage of + 12 V supplies the amplifier (V1) and is conducted on the -S, -Se line via a resistor (R7). The connection for the supply of the amplifier (V1) with negative supply

voltage is on the auxiliary voltage of - 2.7 V and on the -S, -Se line via a resistor (R6).

The collector of the transistor (T1) is conducted on the line (L) via the resistor (RS). Moreover, the collector of the transistor (T1) is on the -S, -Se line via a second capacitor (C2) and, through a series connection of two resistors (R10, R11), it is on a terminal of a capacitor (C3), the other terminal of which is conducted on the line (L) via a resistor (R12).

With its one terminal, the capacitor (C3) is conducted to the inverting input of the (operation) amplifier (V) via a resistor (R13), which, additionally, is counter-coupled via a parallel circuit consisting of a capacitor (C5) and a resistor (R16).

The other terminal of the capacitor (C13) is conducted to the non-inverting input of the amplifier (V) via a resistor (R15), which, additionally, is put on the regulating input (Se) of the pertinent power supply circuit via a resistor (R15).

The output of the amplifier circuit (20) lies at the anode of a diode (D3), the cathode of which lies on the regulating input (Se) of the pertinent power supply circuit via a series connection of two resistors (R17 and R18). The connection point of the two resistors (R17 and R18) is conducted on the -S, -Se line via a capacitor (C6). In this circuit, the diode (D3) constitutes the threshold unit (16), the capacitor (C5) constitutes the low-pass (17). The transistor (T1) with its associated components constitutes the switch (13).

The amplifier (V1) amplifies the voltage that is caused by the output current (IA) at the measuring resistor (RM) in such a way that a voltage signal is generated at its output, which is proportional to the current (IA). In this process, the amplification factor or the measuring resistor (RM) are adjusted, so that, if the pertinent power supply circuit is loaded with its nominal load (nominal output current), a defined voltage, e.g., 2.5 V, is applied at the output of the amplifier (V1). As soon as the auxiliary voltage of + 12 V breaks down and thereby indicates a failure of the pertinent power supply circuit, the transistor (T1) locks up, so that the line (L) is decoupled at high impedance.

The drawings in Fig. 5 also include a regulating circuit (14), /7 which, generally, is mounted in the pertinent power supply circuit. In accordance with the representation shown in Fig. 5, the regulating circuit (Se) of the pertinent power supply circuit, thus, is constituted by the non-inverting input of a regulating amplifier (VR), which lies on the terminal (3) via a resistor (R1') at which the actual value of the sum output voltage is scanned that must be kept constant. The inverting input of the regulating amplifier (VR) is held on the desired voltage (USOLL).

The output signal of the regulating amplifier (VR) serves to adjust the output voltage of the pertinent power supply circuit in the manner that is generally familiar to the art.

The rest of the circuit components, which are not separately described in their function here, are familiar to the expert. Only for the sake

of completeness, we would like to mention that the resistor (R17) and the capacitor (C6) attenuate high-frequency regulating signals.

#### Patent Claims

1. Parallel switching module through which several power supply circuits (SV) for supplying a consumer unit, which can be regulated via regulating inputs (Se) in their respective output voltage (UA), with a sum output voltage (U), which can be switched in parallel via output terminals (1, 2), with measuring devices (9) that are configured and connected with the power supply circuits (SV) in such a way that measuring signals (UI) corresponding with the output currents (IA) of each power supply circuit (SV) can be generated, an averaging unit (10) to which the measuring signals (UI) can be delivered, and which generates an average value signal (UI) that is proportional to the average value of the measuring signals (UI), and with comparator units (20) for each power supply circuit (SV) which compare the average value signal (UI) with the respective measuring signals (UI), and which generate a control signal (Ust) that is delivered to the respective control input (SE) in such a way that the output voltage (UA) of the respective power supply circuit (SV) is raised or lowered if the respective output current (IA) is above or below the value that is proportional to the average value of the output currents, characterized in that decoupling elements (DE) for decoupling the output of the respective current supply circuit (SV) are provided and that each power supply circuit (SV) is connected with a threshold scanner (12) in such a way that a disconnect signal (US) is generated when the output

voltage (UA) of the respective power supply circuit (SV) drops below a predefined value, and that first disconnect devices (13) are provided, in order to exclude the respective measuring signal (UE) from the average value signal generation when it is actuated.

2. Parallel switching module in accordance with Claim 1, characterized in that second disconnect devices (11) are provided in order to inactivate the respective control input (Se) upon the disconnect signal (US).

3. Parallel switching module in accordance with any of the previous Claims, characterized in that output voltage scanners (14) are provided, in order to scan the sum voltages (U) that are applied to the output /8 terminals (1, 2), and to generate an output voltage signal that can be delivered to mixing units (15) through which the respective control signals (Ust) can be changed to a constant value to regulate the sum output voltage (U).

4. Parallel switching module in accordance with any of the previous Claims, characterized in that the measuring signals are voltages (UI) which are proportional to the output currents (IA), which can respectively be delivered to first connections of a star circuit of resistors (RS) that are all connected with their other connections via a shared line (L), so that the pertinent control signal (Ust) associated with the respective power supply circuit (SV) can be scanned over each of the respective resistors (RS).

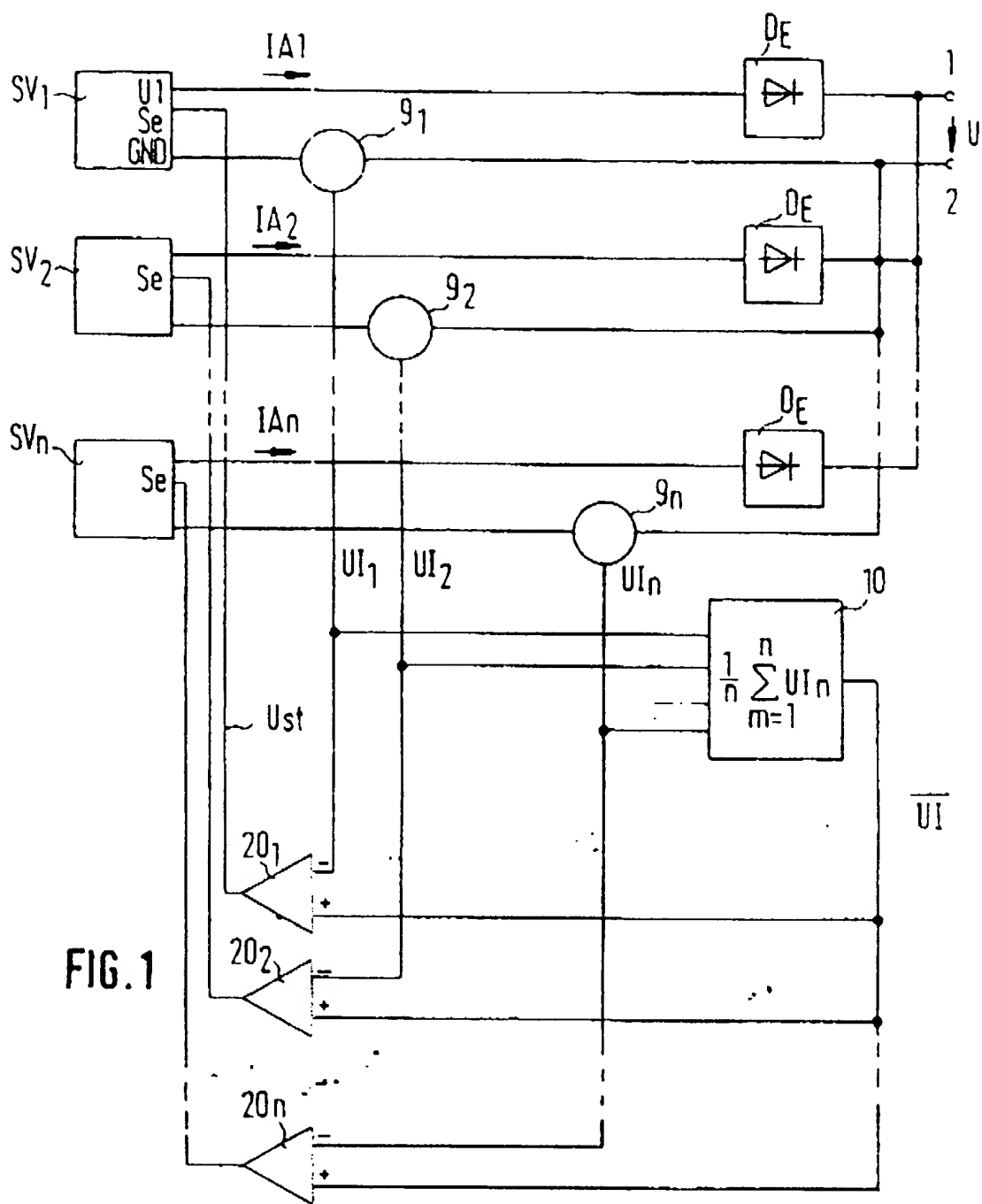
5. Parallel switching module in accordance with Claim 3, characterized in that the parallel switching module is set up in such a way that the regulation occurs more quickly with fluctuations of the sum output voltage (U) than if the output currents (IA) deviate from their desired values.

6. Parallel switching module in accordance with Claims 3 to 5, characterized by a threshold unit (16), which is configured and arranged in such a way that the output voltage (UA) of the respective power supply circuit (SV) is raised or dropped only if the deviation of the respective output current (IA) from the desired value exceeds a predefined minimum amount.

7. Parallel switching module in accordance with any of the previous Claims, characterized in that the measuring devices (9) generate a standardized measuring signal (UI), so that a measuring signal which is standardized to a nominal load of the respective power supply circuit (SV) is generated the maximum amplitude of which is reached when the respective power supply circuit (SV) is loaded with the pertinent nominal load regardless of the amount of the respectively flowing output current (IA).

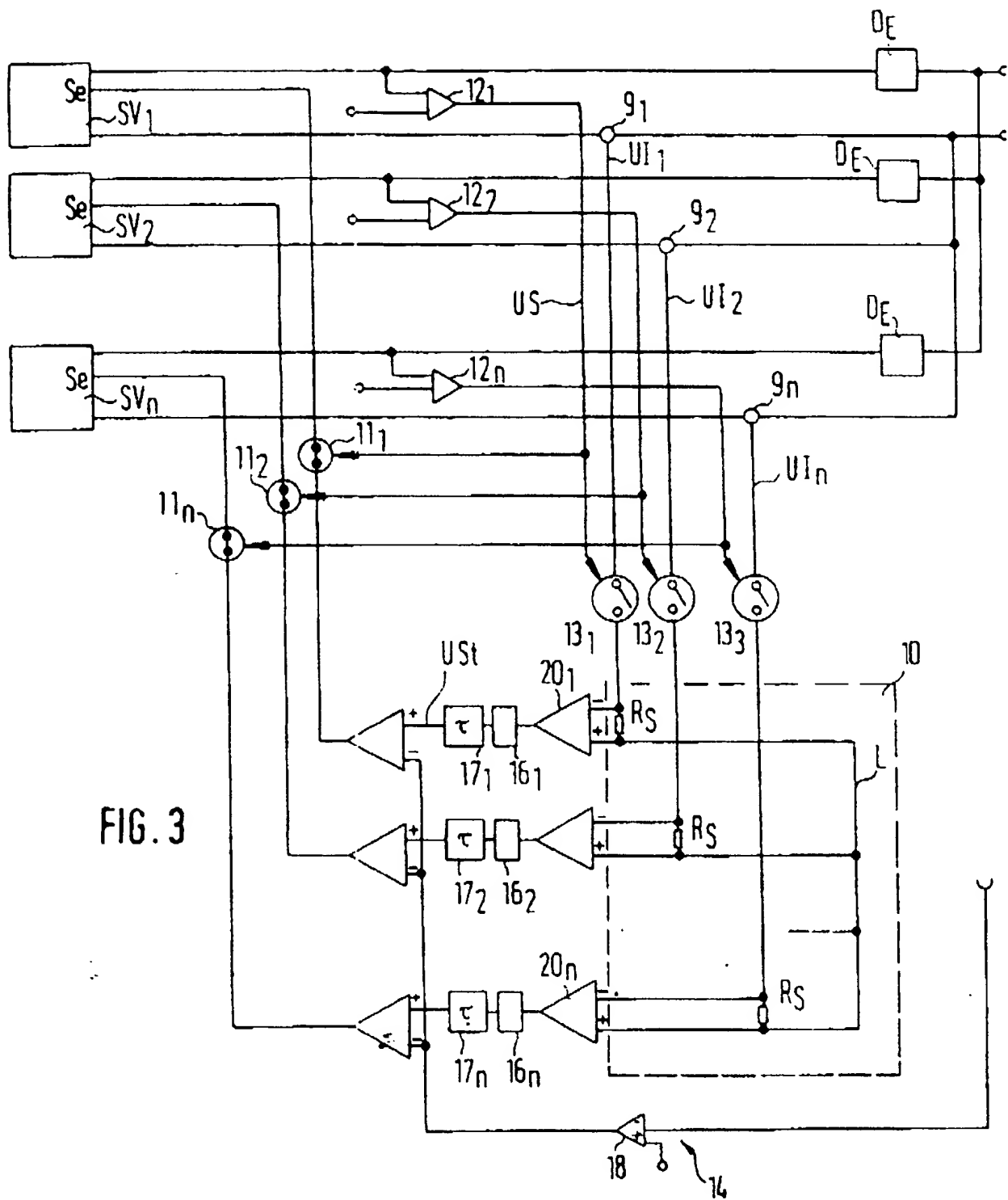
8. Parallel switching module in accordance with Claim 1, characterized in that the first disconnect devices (13) can be actuated when the power supply circuit (SV) are turned on and/or off.

-----  
Accompanied by 5 page(s) of drawings.  
-----









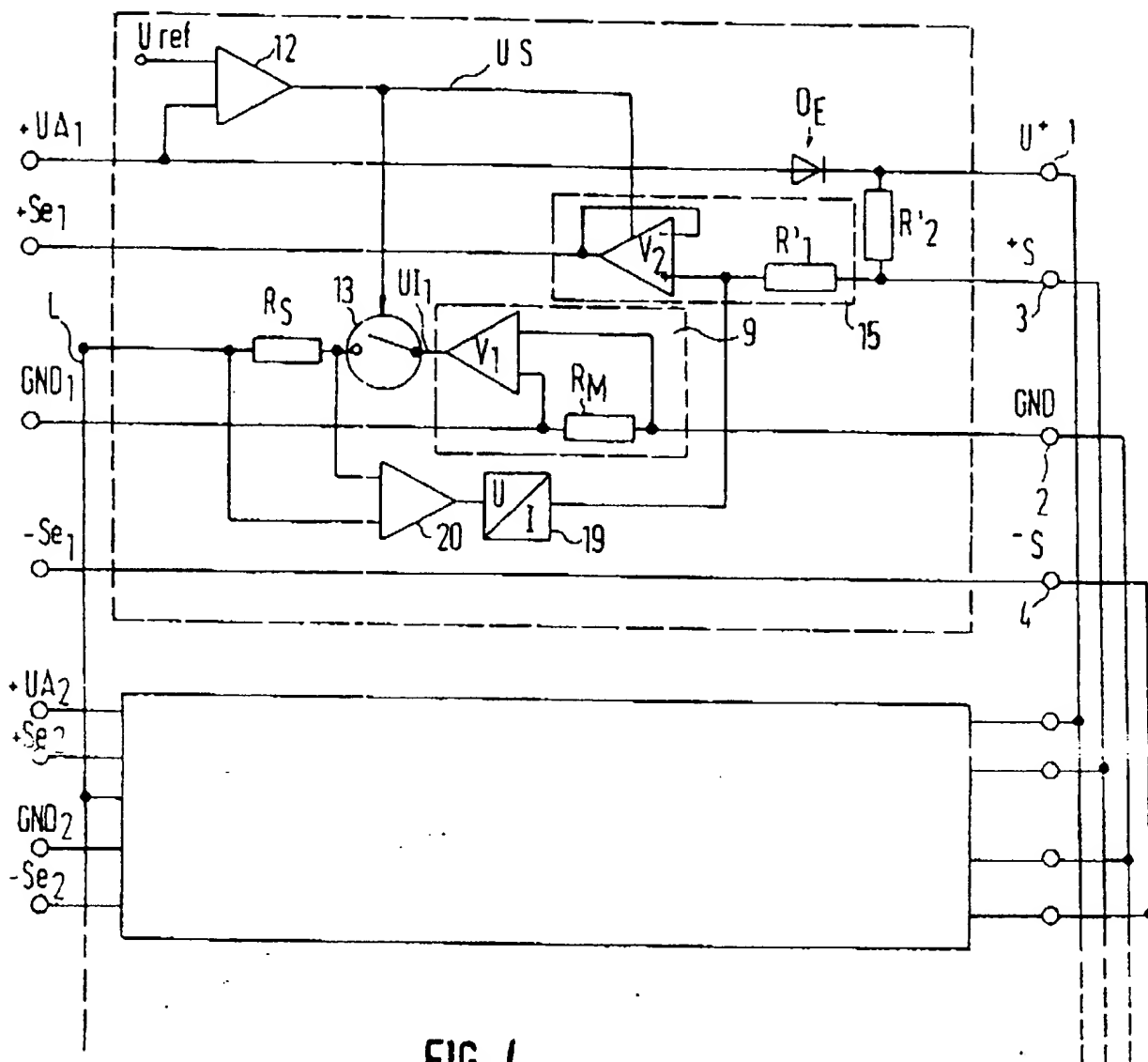


FIG. 4

FIG. 5

The circuit diagram illustrates a motor speed feedback control system. It features a motor (M) connected to a motor driver (13) which includes a transistor (T1) and diodes (D1, D2). The motor's back EMF (VR) is measured and fed back to a control circuit (20). The control circuit includes an operational amplifier (V1) and a second operational amplifier (V2) with a feedback loop containing a diode (D3) and a capacitor (C6). Various resistors (R1-R18) and capacitors (C1-C6) are used for signal conditioning and feedback. The system is powered by a +12V supply and a -27V supply, with a common ground (-S-Se).